

PCT/JP 2004/008122

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

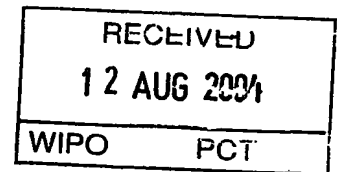
24. 6. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 7 月 2 4 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 2 7 9 3 5 8
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 2 7 9 3 5 8]



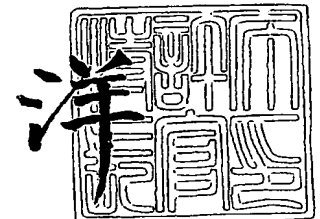
出 願 人 株式会社安川電機
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 7 月 3 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 6 7 5 7 5

【書類名】 特許願
【整理番号】 14676
【提出日】 平成15年 7月24日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H04L 12/28
【発明者】
 【住所又は居所】 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社 安川電機
 内
 【氏名】 藤原 昇
【特許出願人】
 【識別番号】 000006622
 【氏名又は名称】 株式会社安川電機
 【代表者】 中山 眞
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 013930
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

IEEE1394 をベースにした1台のマスターと1台または複数台のスレーブにより構成されるマスター・スレーブ通信方式において、IEEE1394 通信の固有周期を基底サイクルとしてその整数倍に設定された通信周期を持ち、前記マスター、各スレーブは前記通信周期の開始タイミングである同期点の検出手段と、現サイクルが該同期点から何番目の基底サイクルであるかを示す基底サイクルカウンタを持ち、前記マスターは該基底サイクルカウンタ値毎にどのスレーブに対して指令データを送信するかあらかじめ割り付けられた送信管理テーブルを持ち、該送信管理テーブルを元に基底サイクルカウンタが更新される毎に各スレーブに指令データを送信し、前記各スレーブは該基底サイクルカウンタのあらかじめ割り付けられた値になったらマスターに応答データを送信することを特徴とするマスター・スレーブ同期通信方式。

【請求項 2】

前記同期点の検出手段として、前記マスターでは任意の基底サイクルを同期点に定め、それに基き各スレーブに指令データを送信し、前記各スレーブでは指令データを受信した際の基底サイクルカウンタ値とあらかじめ割り付けられた指令データを受信した時の基底サイクルカウンタ値を元に基底サイクルカウンタ現在値を修正し、そのカウント値があらかじめ決められた値になった時を同期点として検出することを特徴とする請求項 1 に記載のマスター・スレーブ同期通信方式。

【請求項 3】

前記同期点の検出手段として、前記マスターでは任意の基底サイクルを同期点に定め、それに基き各スレーブに指令データを送信する際に、該指令データ中に次回同期点となる CYCLE__TIME レジスタ値を書き込むものとし、前記各スレーブでは指令データを受信した際に該指令データ中の次回同期点となる CYCLE__TIME レジスタ値と現在の自局 CYCLE__TIME レジスタ値を元に基底サイクルカウンタ現在値を修正し、そのカウント値があらかじめ決められた値になった時を同期点として検出することを特徴とする請求項 1 に記載のマスター・スレーブ同期通信方式。

【請求項 4】

前記同期点の検出手段として、前記マスターでは任意の基底サイクルを同期点に定め、基底サイクルカウンタ値をあらかじめ決められた値にセットし、各スレーブへ指令を送信する時にその時の基底サイクルカウンタ値を前記各スレーブに送信し、前記各スレーブでは該基底サイクルカウンタ値を自局の基底サイクルカウンタに設定し、そのカウント値があらかじめ決められた値になった時を同期点として検出することを特徴とする請求項 1 に記載のマスター・スレーブ同期通信方式。

【請求項 5】

前記同期点の検出手段として、前記マスターでは CYCLE__TIME レジスタ値を元に同期点を検出し、その時に基底サイクルカウンタ値をあらかじめ決められた値にセットし、前記各スレーブでは CYCLE__TIME レジスタ値を元にマスターと同じ手段で同期点を検出し、その時に該基底サイクルカウンタ値をあらかじめ決められた値にセットすることを特徴とする請求項 1 に記載のマスター・スレーブ同期通信方式。

【書類名】明細書

【発明の名称】マスター・スレーブ同期通信方式

【技術分野】

【0001】

本発明は、IEEE1394を使ってマスター・スレーブ同期通信を行うリアルタイム制御システムの通信方式に関する。

【背景技術】

【0002】

従来のマスター・スレーブ同期通信方式では、PROFIBUS-DPのように通信周期の同期点を知らせるデータパケットをマスターが全スレーブに一斉放送し、各スレーブはその受信タイミングで同期点を検出し、その後ポーリングによって指令データと応答データの交換を行っている（例えば、非特許文献1参照）。

【0003】

また、SERCOS（登録商標）のように同期点の通知は同じくマスターからの一斉放送によるが、その後マスターから指令データが各スレーブに送信され、さらに各スレーブが同期点からの所定の時間経過後、あるいは所定の送信順序に基づき順次応答データを送信していくものもある（例えば、非特許文献2参照）。

【0004】

こうしたマスター・スレーブ間で同期をとって通信を行う方式はリアルタイム制御システムでは一般的な通信方式である。

【0005】

一方IEEE1394準拠ネットワークはパソコンやAV機器などで一般的な高速の汎用ネットワークである。伝送速度は100Mbps～3.2Gbpsであり、PROFIBUS-DPの最速12Mbps、SERCOSの最速16Mbpsなどと比較すると極めて高速な通信が可能である。なおかつネットワークに接続された全ノードが125μsの固有周期で同期をとって動作するアイソクロナス通信をサポートしている点で、同じく汎用・高速の汎用ネットワークであるイーサネット（登録商標）などに無い特徴を備えており、上述のようなマスター・スレーブ同期通信を行うリアルタイム制御用ネットワークへの応用が期待されている。（例えば、特許文献1参照）

【0006】

図12はPROFIBUS-DPなどで一般的な通信方式の通信タイムチャートを示している。図12において、c1、c2、・・・はそれぞれスレーブ#1、スレーブ#2、・・・あての指令データタイミングを表しており、r1、r2、・・・はスレーブ#1、スレーブ#2、・・・からの応答データ送信タイミングを表している。図12に示す通り通信周期先頭である同期点にて同期パケットが一斉放送され、それに引続きスレーブ#1へ指令データが送信されるとスレーブ#1が応答データを返信し、次にスレーブ#2へ指令データが送信されるとスレーブ#2が応答データを返信するというように、いわゆるポーリングにて指令データと応答データの授受を行い、再び通信周期経過後に同期点を迎えて同期パケットが一斉放送されるという通信方法がとられていた。

【0007】

また図13はSERCOSなどで採用されている別の通信方式の通信タイムチャートを示している。図13に示す通り、通信周期先頭である同期点にて同期パケットが一斉放送される点は図12と同様であり、それに引続き各スレーブに送信される指令データc1、c2、・・・がマスターからまとまったタイミングで送信され、それらは1パケットにまとめられて送信されることもある。その後スレーブごとに適切に調整された所定のタイマー値経過後応答データ（r1、r2、・・・）が送信されていき、再び通信周期経過後に同期点を迎えて同期パケットが一斉放送されるという通信方法がとられていた。

【0008】

このように、従来のマスター・スレーブ同期通信方式では、毎通信周期の同期点毎に同期パケットを一斉放送して全局の同期を確保する、という手段がとられていた。

【0009】

【特許文献1】特開 2003-008579

【非特許文献1】PROFIBUS-DP Specification (IEC 61158 Type 3)

【非特許文献2】SERCOS Specification (IEC 61491)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、従来のマスター・スレーブ同期通信方式ではマスターから精度良く毎回の同期点ごとに同期パケットを一斉放送して各スレーブに通知する動作が必要である。これに対応する形でIEEE 1394 準拠ネットワークのアイソクロナス通信を適用しようとした場合、固有周期毎に編集され一斉送信されるサイクルスタートパケットがこれにもっとも近い同期点通知手段となるが、このパケットは送信タイミング精度を保証しておらず、同期点にジッタが生じるという問題があった。

【0011】

また、スレーブの数が多くなるなどして通信周期を固有周期より長く取る必要があっても、固有周期は固定であって変更できないという問題も抱えていた。

【0012】

さらに、IEEE 1394 のアイソクロナス通信は一斉放送でかつ伝送路へのデータ送信タイミングの調整が困難で送信順序の保証もできない通信方式のため、従来のマスター・スレーブ同期通信方式で行われるポーリングや、同期点からの所定時間後やデータ送信順序に従ったデータの送信スケジューリングが困難であった。

【0013】

実施例として引用した特開 2003-008579 の場合、サイクルスタートパケットに代えて独自のトリガパケット（同期パケット）をアイソクロナス通信で一斉放送した後、各スレーブのデータ通信はアシンクロナス通信でマスターに対して送信要求を行ないながら複数アイソクロナスサイクルにまたがった通信周期を確保するものであり、通信周期のジッタは更に大きなものとなる上にアイソクロナス通信とアシンクロナス通信を使い分けるため、各局の通信処理が複雑になるという問題まであった。

【0014】

本発明はこのような様々な問題点を鑑みてなされたものであり、IEEE 1394 を適用して、その固有周期を基底サイクルとし、該基底サイクルの整数倍の通信周期で全局の同期を取りながら、容易にデータの送受信スケジューリングが可能なマスター・スレーブ同期通信方式を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明は上記目的を達成するために、請求項 1 に示す第 1 の発明のように、IEEE 1394 をベースにした 1 台のマスターと 1 台または複数台のスレーブにより構成されるマスター・スレーブ通信方式において、IEEE 1394 通信の固有周期を基底サイクルとして該基底サイクルの整数倍に設定された通信周期を持ち、前記マスター、各スレーブは前記通信周期の開始タイミングである同期点の検出手段と、現サイクルが該同期点から何番目の基底サイクルであるかを示す基底サイクルカウンタを持ち、前記マスターは該基底サイクルカウンタ値毎にどのスレーブに対して指令データを送信するかあらかじめ割り付けられた送信管理テーブルを持ち、該送信管理テーブルを元に基底サイクルカウンタが更新される毎に各スレーブに指令データを送信し、前記各スレーブは該基底サイクルカウンタのあらかじめ割り付けられた値になったらマスターに応答データを送信することを特徴とするものである。

【0016】

このようになっているため、全局で同期のとれた基底サイクルカウンタを元にデータの送受信を実行することができ、基底サイクル以上の通信周期で、基底サイクル単位でスケ

ジューリングされた同期通信を行うことができる。

【0017】

前記同期点の検出手段として、請求項2に示す第2の発明のように、前記マスターでは任意の基底サイクルを同期点に定め、それに基づき各スレーブに指令データを送信し、前記各スレーブでは指令データを受信した際の基底サイクルカウンタ値とあらかじめ割り付けられた指令データを受信した時の基底サイクルカウンタ値を元に基底サイクルカウンタ現在値を修正し、そのカウンタ値があらかじめ決められた値になった時を同期点として検出するものである。結果、マスタ・スレーブ間の通信周期が基底サイクルの整数倍でも、全ての局が同期を保つことが可能である。

【0018】

前記同期点の別の検出手段として、請求項3に示す第3の発明のように、前記マスターでは任意の基底サイクルを同期点に定め、それに基づき各スレーブに指令データを送信する際に、該指令データ中に次回同期点となるCYCLE__TIMEレジスタ値を書き込むものとし、前記各スレーブでは指令データを受信した際に該指令データ中の次回同期点となるCYCLE__TIMEレジスタ値と現在の自局CYCLE__TIMEレジスタ値を元に基底サイクルカウンタ現在値を修正し、そのカウンタ値があらかじめ決められた値になった時を同期点として検出するものである。結果、第2の発明とは別の方法で、マスタ・スレーブ間の通信周期が基底サイクルの整数倍でも、全ての局が同期を保つことが可能である。

【0019】

前記同期点の検出手段として、請求項4に示す第4の発明のように、前記マスターでは任意の基底サイクルを同期点に定め、基底サイクルカウンタ値をあらかじめ決められた値にセットし、各スレーブへ指令を送信する時にその時の基底サイクルカウンタ値を前記各スレーブに送信し、前記各スレーブでは該基底サイクルカウンタ値を自局の基底サイクルカウンタに設定し、そのカウンタ値があらかじめ決められた値になった時を同期点として検出する。結果、第2、第3の発明とは別の方法で、マスタ・スレーブ間の通信周期が基底サイクルの整数倍でも、全ての局が同期を保つことが可能である。

【0020】

前記同期点の検出手段として、請求項5に示す第5の発明のように、前記マスターでは同期点をCYCLE__TIMEレジスタ値を元に同期点を検出し、その時に基底サイクルカウンタ値をあらかじめ決められた値にセットし、前記各スレーブではCYCLE__TIMEレジスタ値を元にマスターと同じ手段で同期点を検出し、その時に該基底サイクルカウンタ値をあらかじめ決められた値にセットする。結果、第2、第3、第4の発明とは別の方法で、マスタ・スレーブ間の通信周期が基底サイクルの整数倍でも、全ての局が同期を保つことが可能である。

【0021】

このように同期点を検出し、その同期点に同期して、送信管理テーブルにあらかじめ登録された送信スケジュールに従って送信を実行することにより、マスタ・スレーブ間の通信周期が基底サイクルの整数倍でも全局同期を保った送受信が可能となる。

【発明の効果】

【0022】

以上述べたように、本発明の方法によれば、固有周期を基底サイクルとし、そのサイクル数をカウントする基底サイクルカウンタを全局で同期させ、固有周期の整数倍の通信周期を実現する事ができる。また、その同期のとれた基底サイクルカウンタ値を元にマスターからスレーブへの指令データおよびスレーブからマスターへの応答データの送信タイミングのスケジュールを行うことにより、IEEE1394を適用したリアルタイム制御システムにおいて、固有周期の整数倍の通信周期で全局の同期を取りながら、データ送信が可能なマスター・スレーブ同期通信方式を提供することができるという効果がある。

【0023】

たとえば、図3に記載の方法のように、マスターからスレーブへの指令データと該スレーブからマスターへの応答データの送信タイミングを対にして同じ基底サイクルで授受させるように送信管理テーブル、送信タイミング情報を設定すれば、通信周期内の各基底サイクルにおける通信トラフィックを図12に示す従来技術のPROFIBUS-DP相当のポーリング方式のスケジューリングを行わせることができるという効果がある。

【0024】

たとえば、図4に記載の方法のように、各スレーブからマスターへの応答データの送信タイミングをマスターからスレーブへの指令データ受信から遅延をおいた別の基底サイクルで行わせるように送信管理テーブル、送信タイミング情報を設定すれば、通信周期内の各基底サイクルにおける通信トラフィックを図13のようにSERCOS相当のスケジューリングを行わせることもできるという効果がある。

【0025】

図3、4に示す事例以外にも、マスター側の送信管理テーブル、スレーブ側の送信タイミング情報を、所望の送受信タイミングにあわせて設定すれば、所望のマスター・スレーブ同期通信を容易に実現することが可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、本発明の具体的実施例について、図に基づいて説明する。

【実施例1】

【0027】

まず、以下の説明の中で出てくる、IEEE1394スタンダードにて規定された機能名、信号名について説明しておく。CYCLE__TIMEレジスタは図5に示すようにcycle_offset部、cycle_count部、second_count部から構成される。cycle_offset部は各局の24.576MHzのクロックをカウントし、3072になると、つまり固有周期の125μs毎にキャリアを出す。cycle_countはcycle_offsetからのキャリアをカウントし、8000になると、つまり1s毎にキャリアを出す。Cycle__synchは固有周期125μs毎に発信される同期信号である。

【0028】

図1に第1の発明の具体的実施例を示すが、1はマスター、2_i (i=1、2、・・・n) はスレーブ、3はIEEE1394の伝送路となっている。また10_j (j=0、1、・・・n) はマスターおよび各スレーブ内の時計部にあたるCYCLE__TIMEレジスタであり、ここから同期信号であるCycle__Synch11_jが固有周期毎に発信され、基底サイクルカウンタ12_jをカウントアップしている。さらに、Cycle__Synch11_jは同期点検出手段14_jの実行タイミングともなっている。

【0029】

同期点検出手段14_jはこれにより、基底サイクルカウンタのカウントアップ毎に同期点の検出を行い、同期点であれば基底サイクルカウンタ値を0にリセットするよう動作する。このことにより、フィールドネットワークシステム上の全局の基底サイクルカウンタの値が同期をとってカウントアップできるようになる。

【0030】

その他にマスター1は送信管理テーブル130を保有し、その情報に基づき指令送信処理150が指令を送信し、一方各スレーブ_iはおのおのの送信タイミング情報23_iを保有し、それらの情報に基づいて応答送信処理25_iが応答データを送信している。

【0031】

図2は前記マスター側の送信管理テーブル130と、スレーブ側の各送信タイミング情報23_iの実施例を示している。マスターの送信管理テーブルには各基底サイクル値毎に指令が送信されるべき送信先スレーブが記憶されている。また、スレーブの送信タイミング情報には、マスターから指令を受信すべき、また、マスターに応答を返信すべき基底サイクル値が記憶されている。

【0032】

図6は第1の発明の実施例を示す図1中のマスター側の指令送信処理150の処理フローを示し、図7はスレーブ側応答送信処理25iの処理フローを示している。これらの図を用いて、以下、第1の発明の送受信について順を追って説明する。

【0033】

マスター指令送信処理150は図6に示すように、固有周期毎のCycle_synch 110にて起動され、はじめにS1000で基底サイクルカウンタ120の値を読み出し変数pにセットする。次にS1001でマスター送信管理テーブル130中のサイクルカウンタ値が変数pに対応した列データである送信指令数を変数qにセットし、対応する送信先スレーブナンバーのリストデータを配列S[k] (k=0、1、・・・、q-1)にセットする。そしてS1002からS1004間のループ処理に移り、S1003にてスレーブS[k]宛てに指令データを送信する。このようにして、基底サイクルカウンタ120値が更新されるたびに、そのサイクル内で送信するようスケジューリングされている全スレーブ2iに指令データを送信するよう動作することができる。

【0034】

一方スレーブ側応答送信処理25iでは図7のフローに沿い、固有周期毎のCycle_synchにて起動され、はじめにS2000にて基底サイクルカウンタ12jを読み出し変数pにセットする。次にS2001にて、送信タイミング情報23i中の応答サイクル値と変数pを比較し、一致していればその時点で応答サイクルとなっているので応答データを送信する。一致していなければ応答サイクルではないので応答データを送信しない。このようにして、あらかじめスケジューリングされている基底サイクルカウンタ12j値になるたびに応答データを送信するよう動作することができる。

【0035】

このように、フィールドネットワークシステム内で同期をとってカウントされている基底サイクルカウンタ12j値に従いマスター1、スレーブ2iがそれぞれスケジューリングされたタイミングで同期をとって通信を行うことができるのである。

【0036】

図3は送受信管理テーブル、送信タイミング情報に、同一基底サイクル内で送受信を完了するようにスケジューリングした場合の通信タイミングチャートである。マスター側送信管理テーブル130とスレーブ側送信タイミング情報23iを適切に設定し、例えばマスター送信管理テーブル130内のサイクルカウンタ値0列の送信先スレーブNo. を#1、#2、サイクルカウンタ値1列の送信先スレーブNo. 3を#3、#4とし、スレーブ#1、スレーブ#2内送信タイミング情報23iの各応答サイクル値を0にセットし、スレーブ#3、スレーブ#4内送信タイミング情報23iの各応答サイクル値を1にセットすれば、基底サイクルカウンタ12j値0ではスレーブ#1とスレーブ#2に対す指令データが送信され、逆にスレーブ#1とスレーブ#2からの応答データが返信され、以下同様に同じ基底サイクル内で任意のスレーブ2iの指令データと応答データを対にして授受させることができる。

【0037】

図4は送受信管理テーブル、送信タイミング情報に、ある基底サイクル送れて応答を送信するようにスケジューリングした場合の通信タイミングチャートである。マスター側送信管理テーブル130とスレーブ側送信タイミング情報23iを適切に設定し、例えばマスター送信管理テーブル130内のサイクルカウンタ値0列の送信先スレーブNo. を#1、#2、サイクルカウンタ値1列の送信先スレーブNo. 3を#3、#4とし、スレーブ#1、スレーブ#2内送信タイミング情報23iの各応答サイクル値を4にセットし、スレーブ#3、スレーブ#4内送信タイミング情報23iの各応答サイクル値を5にセットすれば、基底サイクルカウンタ12j値0ではスレーブ#1とスレーブ#2に対する指令データが送信されるがスレーブ#1とスレーブ#2からの応答データは4サイクル遅れて基底サイクルカウンタ12j値4で返信され、同様にスレーブ#3とスレーブ#4の指令データは基底サイクルカウンタ12j値1で送信され、その応答データは4サイクル遅れて基底サイクルカウンタ12j値5で送信されるようにスケジューリングさせることが

できる。

【実施例2】

【0038】

次に基底サイクルカウンタ12j更新の同期をとっている、同期点検出手段14jの実施例について説明する。当然のことであるが、同期点の検出自体はマスター1、各スレーブ2i個別に行われその結果は各局の基底サイクルカウンタ値12jに反映されることになるが、その同期点となるサイクルは全局同一の判別結果が得られなければならない。本実施例ではこの同期点では基底サイクルカウンタ12j値が0となり、以後基底サイクル経過毎、即ちCycle_synchイベント11j発生毎に基底サイクルカウンタ12j値が1ずつカウントアップされ、所定の通信周期経過後の次回同期点でふたたび基底サイクルカウンタ12j値が0に戻るものとして説明してあるが、基底サイクルカウンタ12j値の推移はこれに限るものでなく、例えばカウントダウンを行ってもかまわないことはいうまでもない。また、同期点での基底サイクルカウンタ値は、ある決められた値であれば、必ずしも0である必要もない。

【0039】

同期点検出手段14jの具体的な方法のひとつである第2の発明を説明する。マスター1の同期点検出処理140は同期点検出手段は固有周期毎のCycle_synchイベント11jに起動されるが、基底サイクルカウンタ120のカウントアップ処理とその値が単に0であるかどうか判定すればよい。

【0040】

一方各スレーブ2iでの処理は図8に沿って説明するが、まずS3000で前回基底サイクル中にマスター1からの指令データ受信があったかどうか判定する。あれば前回基底サイクルが送信タイミング情報23i中の指令サイクルであったことがわかるので、今回基底サイクルカウンタ値として指令サイクル値+1の値をセットする。受信がなければS3005にて単に基底サイクルカウンタ12jをカウントアップする。次にS3002にてラップアラウンドの判定のため更新した基底サイクルカウンタ値が送信タイミング情報23i中の全サイクル数以上であれば、S3003にてカウント値を0にセットしなおした後、同期点なのでS3004にて必要となる同期点検出時処理を行うことができる。

【実施例3】

【0041】

同期点検出処理14jの他の方法となる第3の発明を説明する。マスター1の同期点検出処理140は同期点検出手段は固有周期毎のCycle_synchイベント11j毎に起動され、基底サイクルカウンタ120のカウントアップとその値が単に0であるかどうか判定すればよい。なお、送信管理テーブルに従ってマスターからスレーブへ送信される指令データには、次の同期点でのマスターのCYCLE_TIMEレジスタ値を含めるようにする。

【0042】

一方各スレーブ2iでの処理は図9に沿って説明するが、まずS4000で前回基底サイクル中にマスター1からの指令データ受信があったかどうか判定する。あればS4001にて受信した指令データ中に次回同期点となるCYCLE_TIMEレジスタ値を取り出す。次にS4002にて現在のCYCLE_TIMEレジスタのcycle_count値と、指令データ中の次回同期点CYCLE_TIMEレジスタのcycle_count値との差をとる。そしてS4003にて $\{ (\text{スレーブ送信タイミング情報23i中の全サイクル数}) - (\text{前記の差}) \}$ を $(\text{スレーブ送信タイミング情報23i中の全サイクル数})$ で割った結果の剰余を求め今回基底サイクルカウンタ値としてセットする。例えば受信した次回同期点CYCLE_TIMEレジスタのcycle_count値が45、現CYCLE_TIMEレジスタのcycle_count値が43、全サイクル数が6であった場合には、 $\{ 6 - (45 - 43) \} \div 6 = 4 \div 6$ の剰余: 4となり、この値: 4を基底サイクルカウンタにセットすることになる。受信がなければS4007にて単に基底サイクルカウンタ12jをカウントアップする。次にS4004にてラップアラウンドの

判定のため更新した基底サイクルカウンタ値が送信タイミング情報 23 i 中の全サイクル数以上であれば、S 4005 にてカウンタ値を 0 にセットしなおした後、同期点なので S 4006 にて必要となる同期点検出時処理を行うことができる。

【実施例 4】

【0043】

同期点検出処理 14 j の他の方法となる第 4 の発明を説明する。マスター 1 の同期点検出処理 140 は同期点検出手段は固有周期毎の Cycle__synch イベント 11 j 毎に起動され、基底サイクルカウンタ 120 のカウンタアップとその値が単に 0 であるかどうか判定すればよい。なお、送信管理テーブルに従ってマスターからスレーブへ送信される指令データには、その時のマスターの基底サイクルカウンタ値を含めるようにする。

【0044】

一方各スレーブ 2 i での処理は図 10 に沿って説明するが、まず S 5000 で前回基底サイクル中にマスター 1 からの指令データ受信があったかどうか判定する。あれば該指令データに含まれる基底サイクル値 + 1 の値を該スレーブの基底サイクルカウンタにセットする。受信がなければ S 5005 にて単に基底サイクルカウンタ 12 j をカウンタアップする。次に S 5002 にてラップアラウンドの判定のため更新した基底サイクルカウンタ値が送信タイミング情報 23 i 中の全サイクル数以上であれば、S 5003 にてカウンタ値を 0 にセットしなおした後、同期点なので S 5004 にて必要となる同期点検出時処理を行うことができる。

【実施例 5】

【0045】

同期点検出処理 14 j の他の方法となる第 5 の発明を、図 11 に沿って説明する。マスター 1 の同期点検出処理 140 は同期点検出手段は固有周期毎の Cycle__synch イベント 11 j 毎に起動されるが、まず、S 6000 で CYCLE__TIME レジスタの cycle_count 値が通信周期に必要な基底サイクルの全サイクル数で割り切れるかどうか判定する。割り切れれば、同期点と判定し、S 6001 にて基底サイクルカウンタ値を 0 にセットし、S 6002 にて必要な同期点検出時処理を行う。割り切れなければ、同期点でないとして判定し S 6003 にて基底サイクルカウンタをカウンタアップする。なお、基底サイクルをカウンタアップするかわりに、CYCLE__TIME レジスタの cycle_count 値を通信周期に必要な基底サイクルの全サイクル数で割った剰余を基底サイクルカウンタにセットしてもよい。

【0046】

前記各スレーブでは各スレーブの CYCLE__TIME レジスタ値を元にマスターと同じ手段で同期点を検出することができる。

【産業上の利用可能性】

【0047】

こうして、図 1 に示すマスター 1 をコントローラとし、スレーブ 2 i をコントローラにより定周期で制御される機器としたリアルタイム制御システムにおいて、マスター・スレーブ間の通信に IEEE 1394 を使用してマスター・スレーブ同期通信可能なリアルタイム制御システムを構築することが可能となる。具体的な一例としてマスターがモーションコントローラ、スレーブがサーボドライブ、インバータドライブなどのモータードライブ装置などからなるモーション制御システムがある。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図 1】 第 4 の発明の実施例となる IEEE 1394 を適用したシステム構成図

【図 2】 本発明の実施例中、マスター送信管理テーブルとスレーブ送信タイミング情報の実装例を示す図

【図 3】 第 2 の発明の実施例となる通信タイミングチャート

【図 4】 第 3 の発明の実施例となる通信タイミングチャート

【図 5】 IEEE 1394 の CYCLE__TIME レジスタ

【図 6】 第1の発明の実施例となるマスター指令送信処理フローチャート

【図 7】 第1の発明の実施例となるスレーブ応答送信処理フローチャート

【図 8】 第2の発明の実施例となるスレーブの同期点検出手段フローチャート

【図 9】 第3の発明の実施例となるスレーブの同期点検出手段フローチャート

【図 10】 第4の発明の実施例となるスレーブの同期点検出手段フローチャート

【図 11】 第5の発明の実施例となるマスターおよびスレーブの同期点検出手段フローチャート

【図 12】 従来の方法の1例を示す通信タイミングチャート

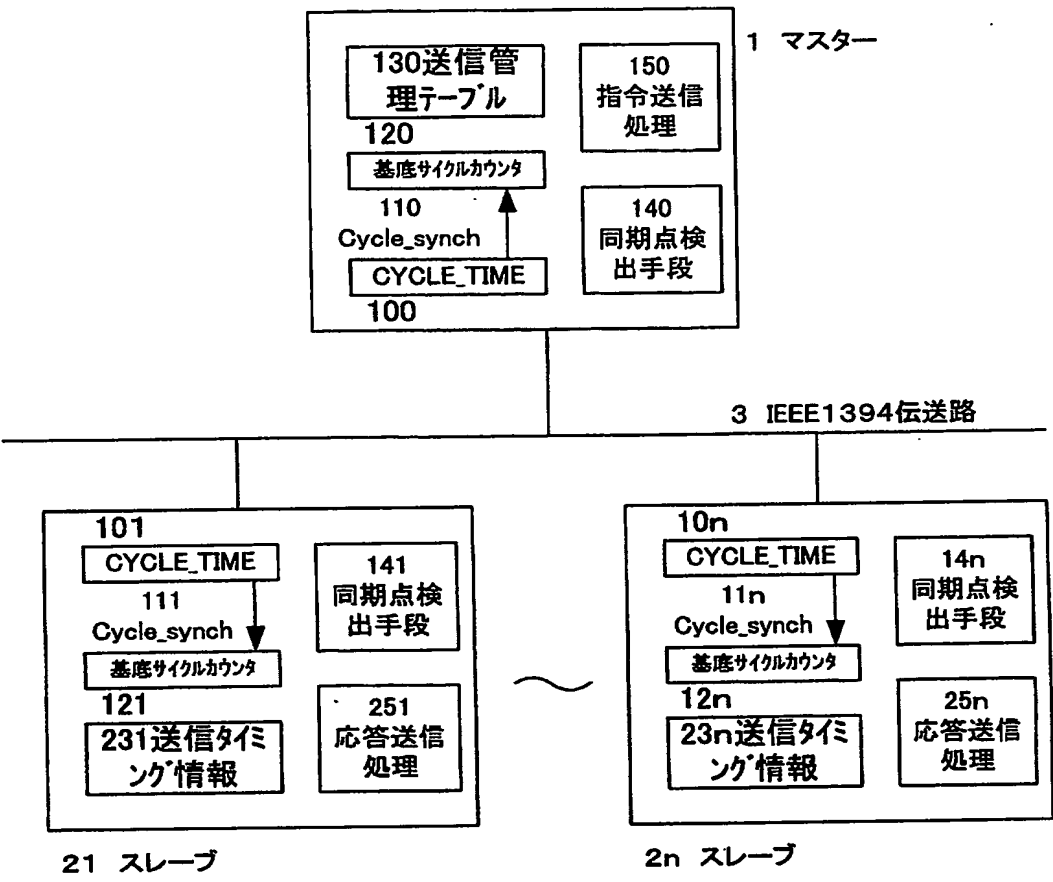
【図 13】 従来の方法の他の方法の例を示す通信タイミングチャート

【符号の説明】

【0049】

- 1 マスター
 - 2 i スレーブ
 - 3 IEEE 1394 伝送路
 - 10 j CYCLE_TIME レジスタ
 - 11 j Cycle_synch
 - 12 j 基底サイクルカウンタ
 - 130 送信管理テーブル
 - 14 j 同期点検出手段
 - 150 指令送信処理
 - 23 i 送信タイミング情報
 - 25 i 応答送信処理
 - c i . . . スレーブ # i あての指令データ
 - r i . . . スレーブ # i からの応答データ
- ただし、
- i = 1、2、. . . n (n は 1 以上の整数)
 - j = 0、1、2、. . . n (n は 1 以上の整数)

【書類名】 図面
【図 1】



【図 2】

マスター送信管理テーブル130

| | | | | |
|----------------|----------|----------|-----|------------|
| 全サイクル数 | m+1 | | | |
| サイクルカウンタ | 0 | 1 | ... | m |
| 送信指令数 | 2 | 2 | ... | 2 |
| 送信先 スレーブNo. | #1 #2 | #3 #4 | ... | #n-1 #n |

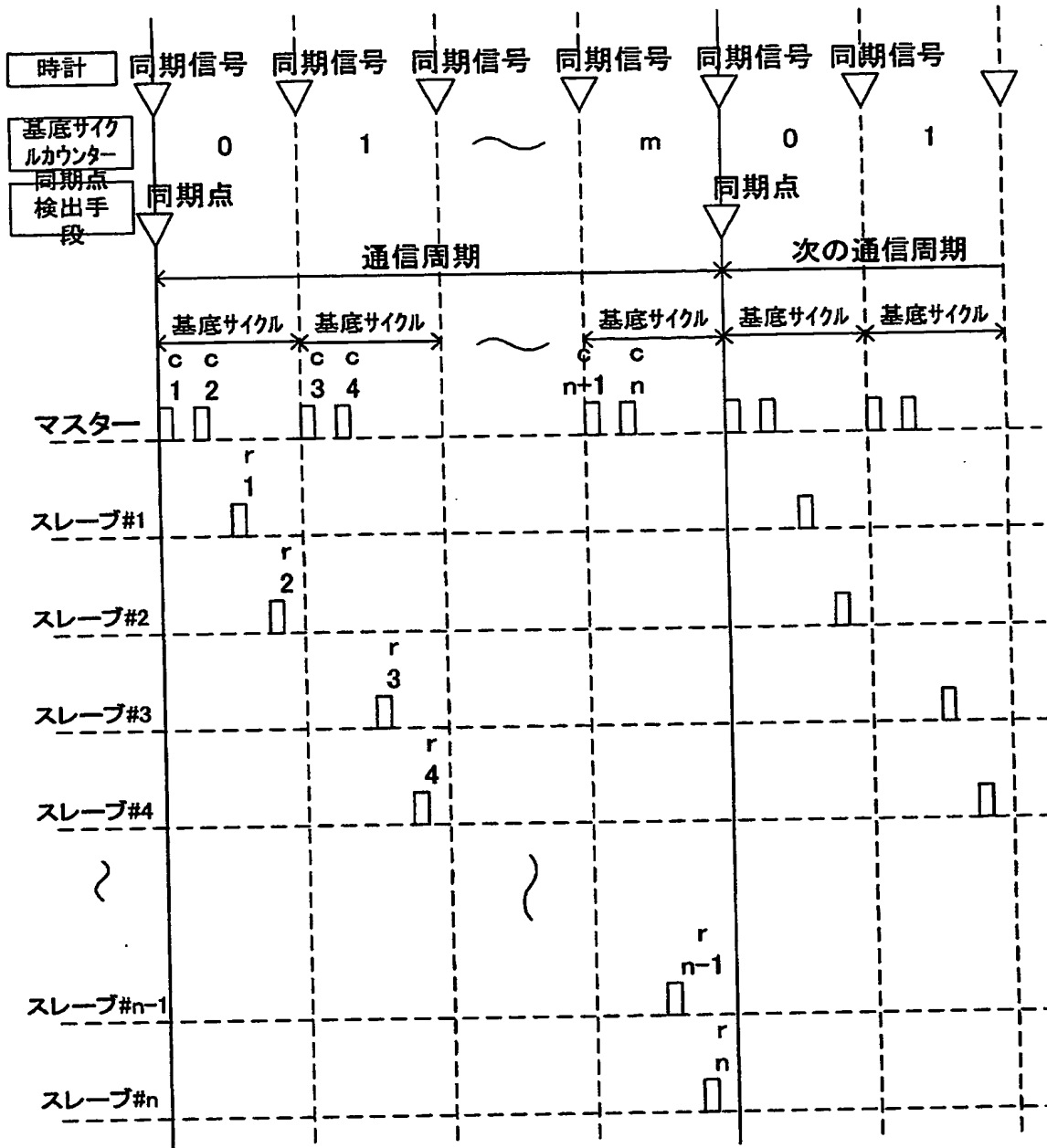
スレーブ送信タイミング情報 231 スレーブ送信タイミング情報 23n

| | |
|--------|-----|
| 全サイクル数 | m+1 |
| 指令サイクル | 0 |
| 応答サイクル | 0 |

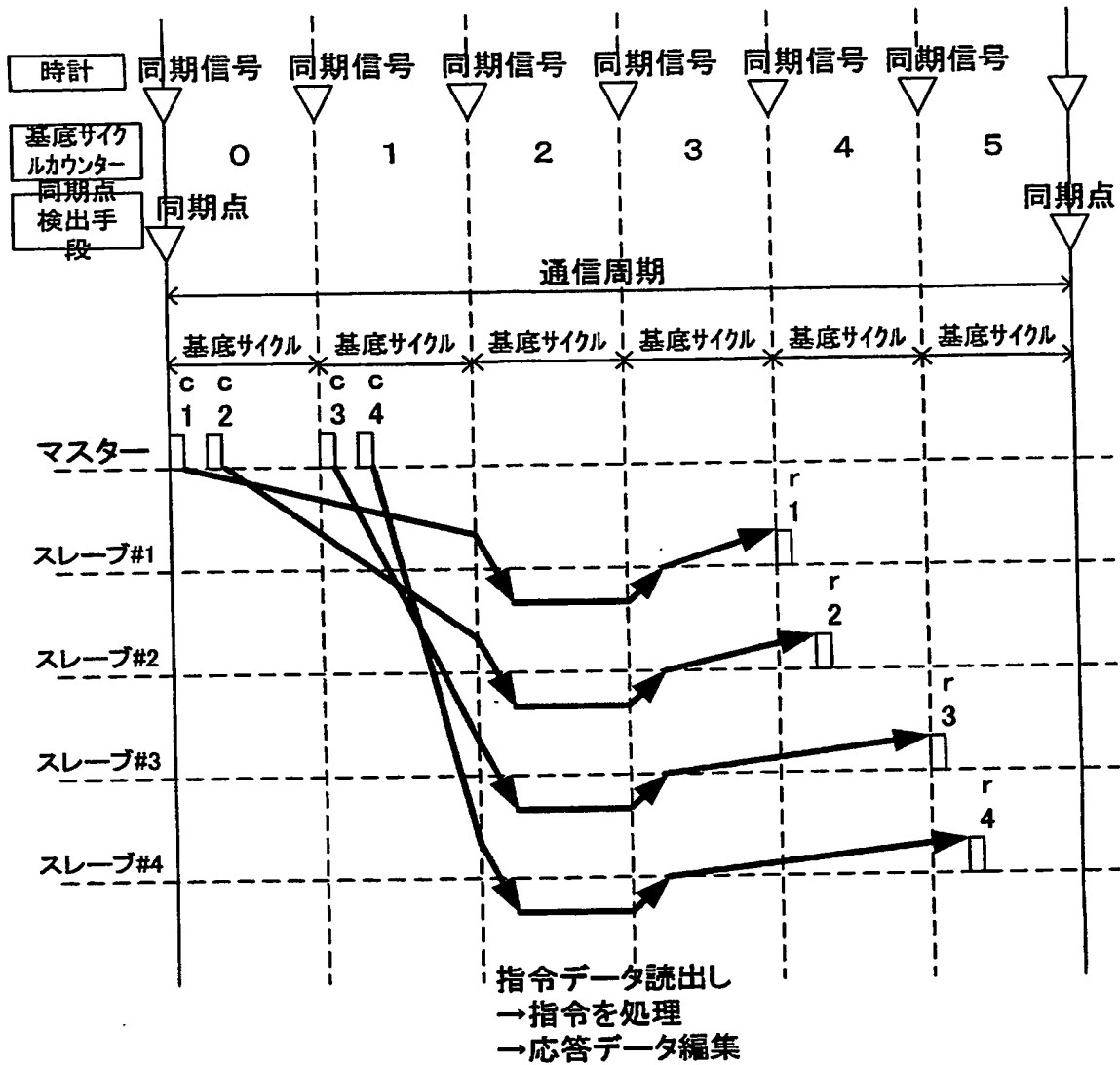
〜

| | |
|--------|-----|
| 全サイクル数 | m+1 |
| 指令サイクル | m |
| 応答サイクル | m |

【図 3】



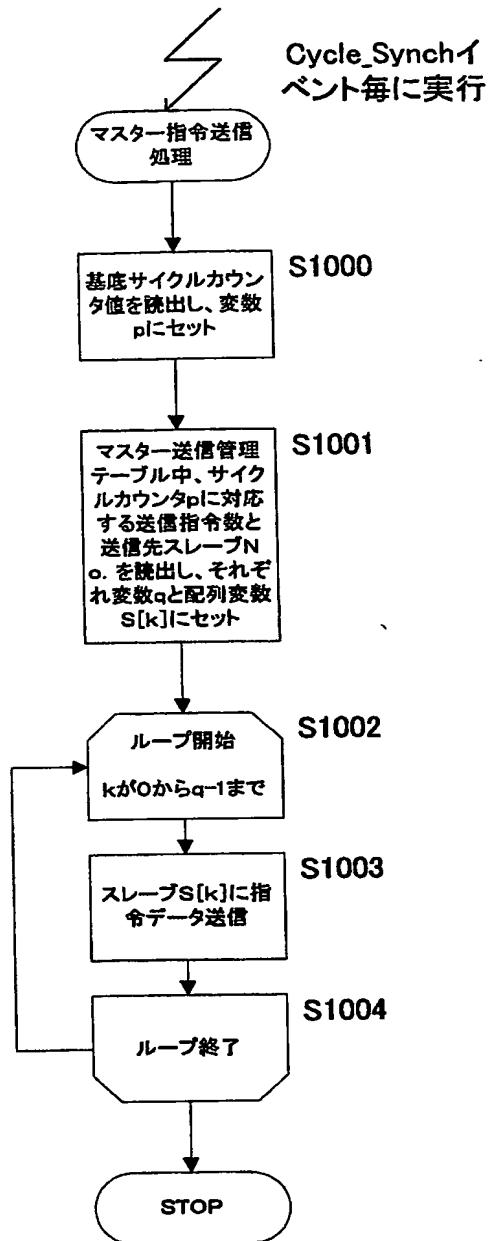
【図 4】



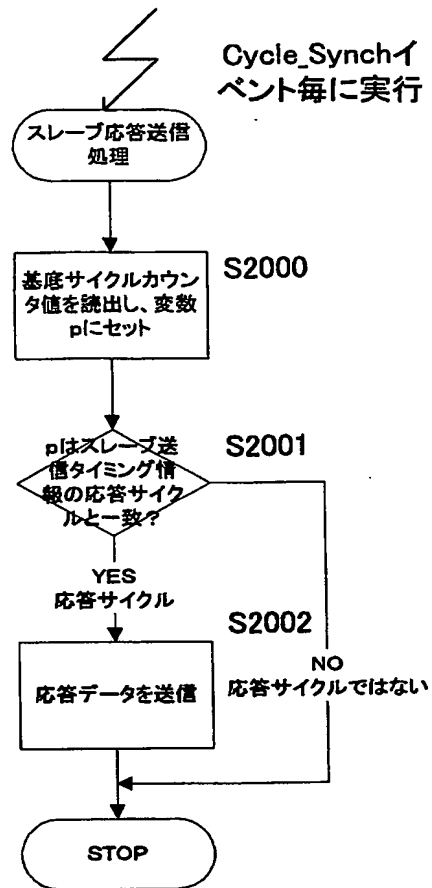
【図 5】

| second_count (7bit) | cycle_count (13bit) | cycle_offset (12bit) |
|------------------------|------------------------|-------------------------|
|------------------------|------------------------|-------------------------|

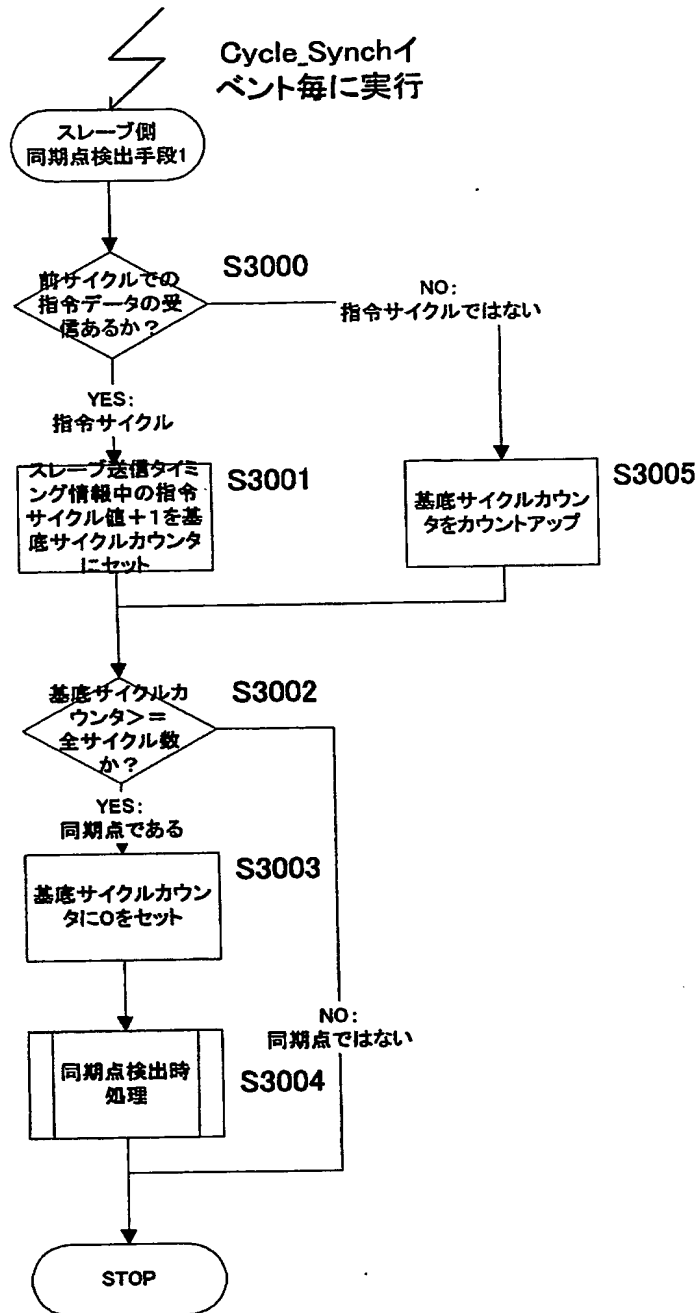
【図 6】



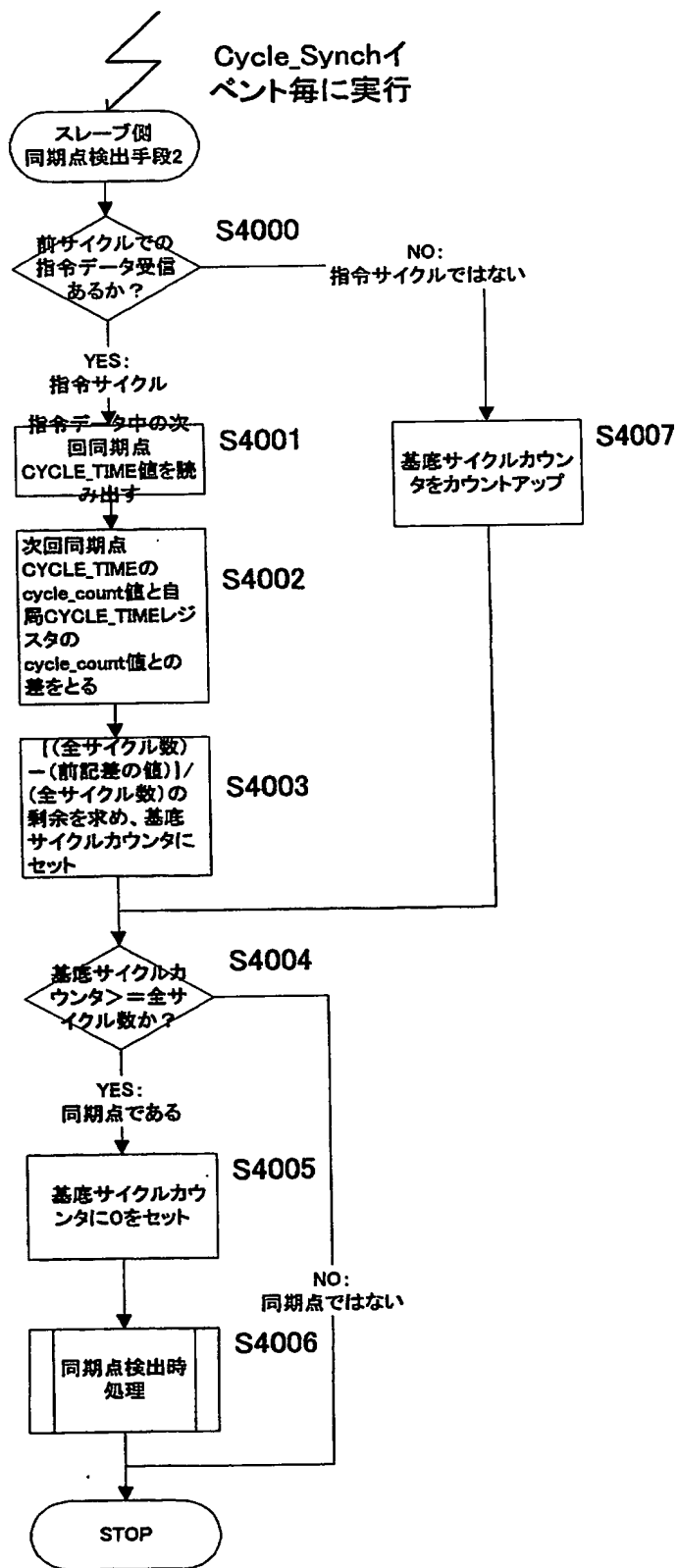
【図 7】



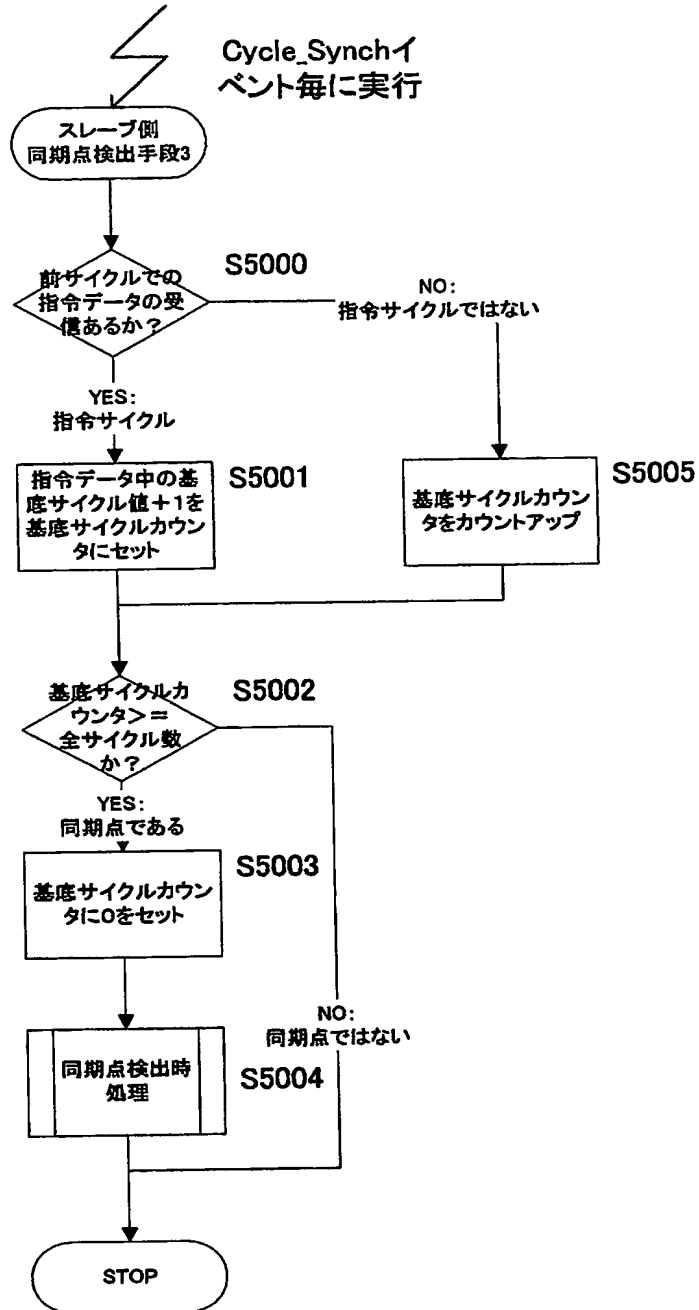
【図 8】



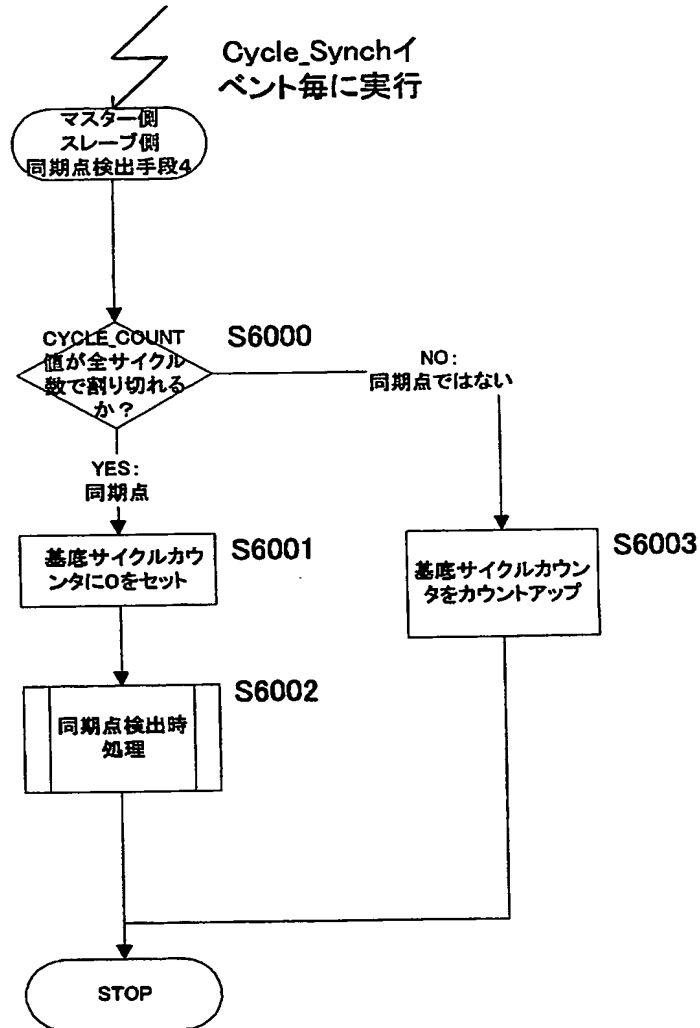
【図 9】



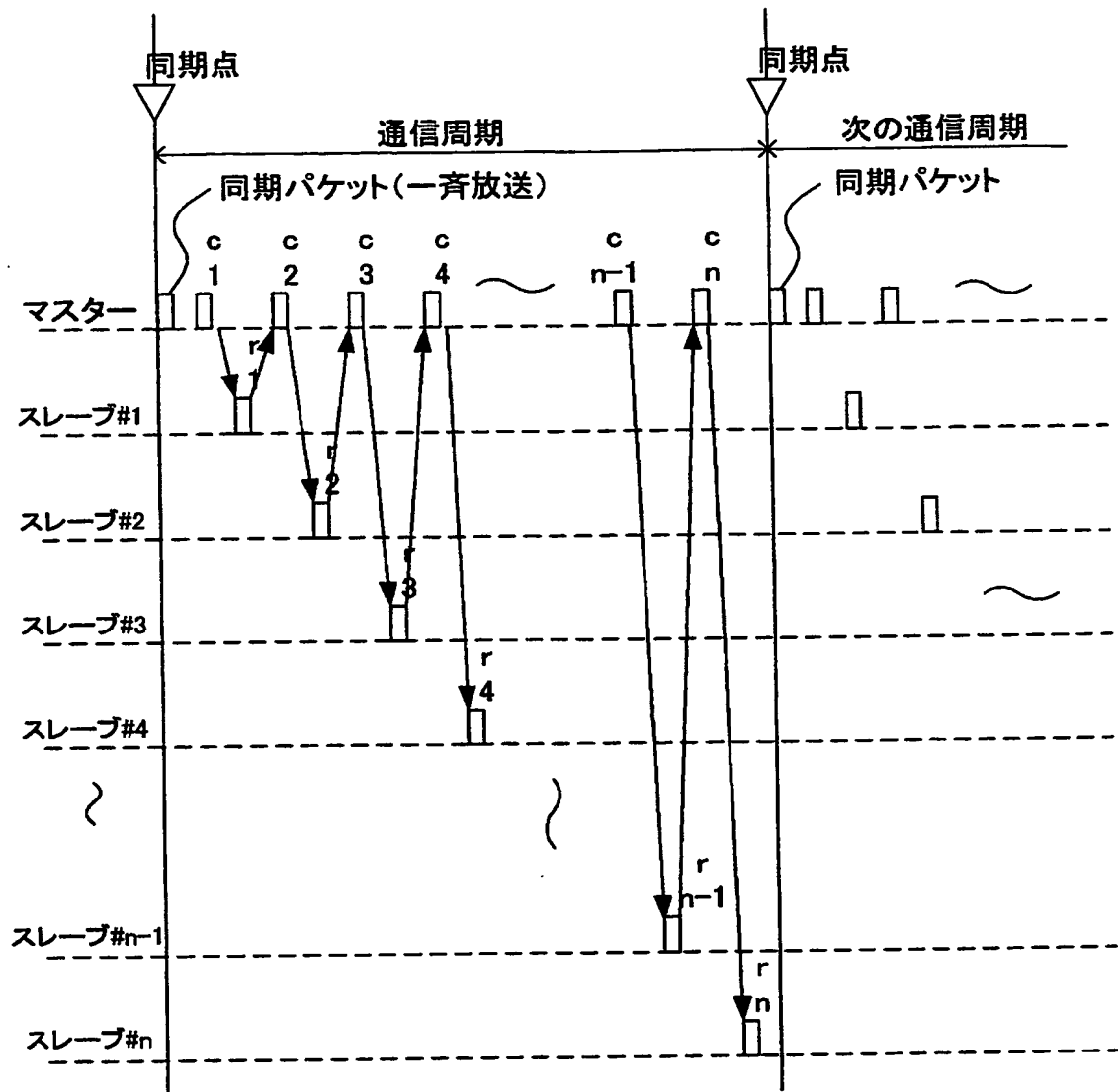
【図 10】



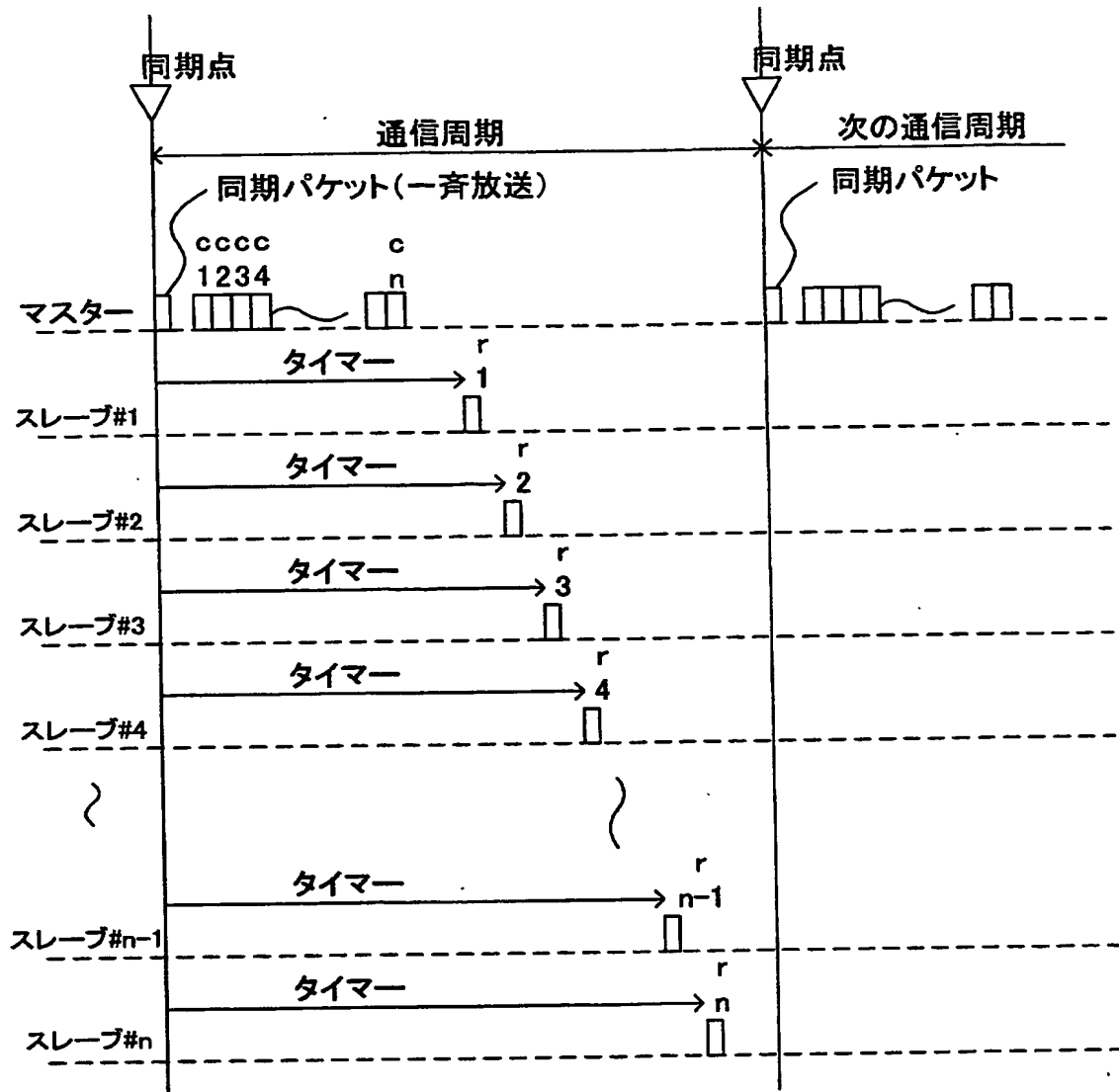
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 通信周期の同期点にジッタが生じない、局数（通信負荷）に応じて通信周期を長くすることができ、同期点から所定時間後にデータを送信するように送信スケジューリングが可能なマスタ・スレーブ同期通信方式を提供する。

【解決手段】 IEEE 1394 通信の固有周期を基底サイクルとしてその整数倍に設定された通信周期を持ち、各局は通信周期の開始タイミングである同期点の検出手段と、現サイクルが該同期点から何番目の基底サイクルであるかを示す基底サイクルカウンタ（同期点検出後、カウンタ値は全局で同じ値を持つ）を持ち、マスターは該基底サイクルカウンタ値毎にあらかじめ割り付けられた送信管理テーブルに基づいて各スレーブへ指令を送信し、各スレーブは応答を送信する基底サイクルカウンタ値を設定した送信タイミング情報に基づいてマスターへ応答データを送信する。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 2 7 9 3 5 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 6 6 2 2]

1. 変更年月日
[変更理由]

1 9 9 1 年 9 月 2 7 日

名称変更

住所変更

住 所
氏 名

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号
株式会社安川電機